

THIN FILM ELECTROLUMINESCENT ELEMENT




Patent number: JP7211458 (A)
Publication date: 1995-08-11
Inventor(s): MARUTA YUKIHIRO
Applicant(s): FUJI ELECTRIC CO LTD
Classification:

- international: C09K11/00; C09K11/56; G09F9/30; H05B33/10; H05B33/12; H05B33/22; C09K11/00; C09K11/56; G09F9/30; H05B33/10; H05B33/12; H05B33/22; (IPC1-7): H05B33/22; C09K11/00; C09K11/56; G09F9/30
- european: H05B33/10; H05B33/12; H05B33/22

Application number: JP19940002863 19940117

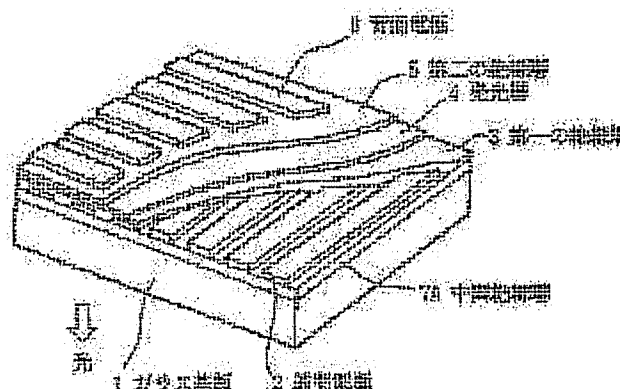
Priority number(s): JP19940002863 19940117

Also published as:

 DE19501229 (A1)
 GB2286081 (A)
 FR2715262 (A1)

Abstract of JP 7211458 (A)

PURPOSE: To enhance visibility through a wide viewing angle by optimizing the refractive index and the optical film thickness of an intermediate insulating layer, and reducing the reflectivity of the intermediate insulating layer when an incident angle is not zero. **CONSTITUTION:** An intermediate insulating layer 7A is provided between a glass substrate 1 and a transparent electrode 2. The refractive index of the intermediate insulating layer 7A varies continuously between the refractive index of the glass substrate 1 and that of the transparent electrode 2, and the average optical film thickness of the intermediate layer 7A is 0.25 times the center wavelength of an emission spectrum or greater.



Family list

4 application(s) for: **JP7211458 (A)**

1 Dünnschicht-Lichtemissions-Element

Inventor: MARUTA YUKIHIRO [JP]

Applicant: FUJI ELECTRIC CO LTD [JP]

EC: H05B33/10; H05B33/12; (+1)

IPC: C09K11/00; C09K11/56; G09F9/30; (+10)

Publication info: DE19501229 (A1) — 1995-07-20

2 Dünnschicht-Lichtemissions-Element

Inventor: YUKIHIRO MARUTA

Applicant: FUJI ELECTRIC CO LTD [JP]

EC: H05B33/10; H05B33/12; (+1)

IPC: C09K11/00; C09K11/56; G09F9/30; (+10)

Publication info: FR2715262 (A1) — 1995-07-21

3 Thin film light-emitting element

Inventor: MARUTA YUKIHIRO

Applicant: FUJI ELECTRIC CO LTD [JP]

EC: H05B33/10; H05B33/12; (+1)

IPC: C09K11/00; C09K11/56; G09F9/30; (+11)

Publication info: GB2286081 (A) — 1995-08-02

4 THIN FILM ELECTROLUMINESCENT ELEMENT

Inventor: MARUTA YUKIHIRO

Applicant: FUJI ELECTRIC CO LTD

EC: H05B33/10; H05B33/12; (+1)

IPC: C09K11/00; C09K11/56; G09F9/30; (+13)

Publication info: JP7211458 (A) — 1995-08-11

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-211458

(43) 公開日 平成7年(1995)8月11日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 B 33/22				
C 0 9 K 11/00		F 9159-4H		
11/56	C P C			
G 0 9 F 9/30	3 6 5 D	7610-5G		

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-2863

(22) 出願日 平成6年(1994)1月17日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 丸田 幸寛

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

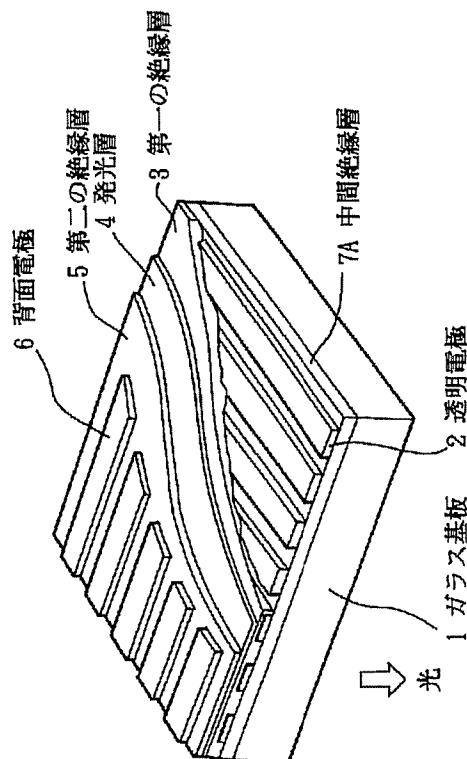
(74) 代理人 弁理士 山口 巖

(54) 【発明の名称】 薄膜発光素子

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 中間絶縁層の屈折率と光学膜厚を最適にして入射角がゼロでない場合における中間絶縁層の反射率を低減することにより、広い視野角における視認性に優れた薄膜発光素子を提供する。

【構成】 ガラス基板1と透明電極2の間に中間絶縁層7Aを設け、中間絶縁層7Aはその屈折率がガラス基板1の屈折率と透明電極2の屈折率の間に連続的に変化し、且つ平均光学膜厚が発光スペクトルの中心波長の0.25倍以上にする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 無機薄膜発光素子であって、

- (1) ガラス基板と、
- (2) 中間絶縁層と、
- (3) 透明電極と、
- (4) 第一の絶縁層と、
- (5) 発光層と、
- (6) 第二の絶縁層と、
- (7) 背面電極とを包含し、

ガラス基板は素子の支持体で、ソーダガラスからなり、中間絶縁層はその屈折率がガラス基板の屈折率と透明電極の屈折率の中間の特定値をとり且つ中間絶縁層の屈折率と中間絶縁層の膜厚を乗じた光学膜厚が発光スペクトルの中心波長の 0.25 倍と 0.5 倍の中間にあり、透明電極と背面電極の間には電圧が印加され、発光層は無機質の発光物質からなり第一の絶縁層との界面および第二の絶縁層との界面から伝播する電子により励起して発光し、第一の絶縁層と第二の絶縁層は、無機質の絶縁物質からなり、ガラス基板上に順次中間絶縁層、透明電極、第一の絶縁層、発光層、第二の絶縁層、背面電極が積層されてなることを特徴とする薄膜発光素子。

【請求項 2】 無機薄膜発光素子であって、

- (1) ガラス基板と、
- (2) 中間絶縁層と、
- (3) 透明電極と、
- (4) 第一の絶縁層と、
- (5) 発光層と、
- (6) 第二の絶縁層と、
- (7) 背面電極とを包含し、

ガラス基板は素子の支持体で、ソーダガラスからなり、中間絶縁層はその屈折率がガラス基板の屈折率と透明電極の屈折率の間に連続的に変化し、且つ平均の光学膜厚が発光スペクトルの中心波長の 0.25 倍以上であり、透明電極と背面電極の間には電圧が印加され、発光層は無機質の発光物質からなり第一の絶縁層との界面および第二の絶縁層との界面から伝播する電子により励起して発光し、第一の絶縁層と第二の絶縁層は、無機質の絶縁物質からなり、ガラス基板上に順次中間絶縁層、透明電極、第一の絶縁層、発光層、第二の絶縁層、背面電極が積層されてなることを特徴とする薄膜発光素子。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の薄膜発光素子において、中間絶縁層はサイアロンであることを特徴とする薄膜発光素子。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の薄膜発光素子において、中間絶縁層は高周波スパッタリング法を用いて成膜されてなることを特徴とする薄膜発光素子。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の薄膜発光素子において、中間絶縁層はアルゴンガス、酸素ガス、窒素ガスを用いて成膜されてなることを特徴とする薄膜発光素子。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の薄膜発光素子において、中間絶縁層はアルゴンガス、酸素ガス、窒素ガスの混合比を 10:0:0.05 ないし 10:0.2:0.05 の範囲に変化させて成膜してなることを特徴とする薄膜発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は薄膜発光素子の中間絶縁層に係り、特に発光層を出た光の反射を防止する中間絶縁層に関する。

【0002】

【従来の技術】 Mn を発光中心とする蛍光体である発光層の両面を絶縁層を介して透明電極ITOと背面電極で挟んだ二重絶縁型の薄膜エレクトロルミネセントディスプレイ（以下薄膜発光素子と称する）は、高輝度発光、高解像度、大容量表示化が可能であることから、薄型表示用のディスプレイパネルとして注目されている。

【0003】 図 8 は従来の二重絶縁型の薄膜発光素子を示す斜視図である。薄膜発光素子はガラス基板 1 と中間絶縁層 7 と透明電極 2 とアルミナ Al_2O_3 、シリカ SiO_2 または窒化シリコン Si_3N_4 等からなる第一の絶縁層 3 と発光層 4 と第一の絶縁層と同様の材料からなる第二の絶縁層 5 と Al からなり透明電極 2 と平行且つ直交するように配列された背面電極 6 から薄膜発光素子が構成される。これらの各層の厚さは 20 ないし 1000 nm に設定される。透明電極 2、第一の絶縁層 3、第二の絶縁層 5 は一般にスパッタ法で作製され、発光層 4 はスパッタ法ないしは電子ビーム蒸着法で作製される。

【0004】 この様な薄膜発光素子の発光層 4 は硫化亜鉛 ZnS 膜を母材として、その中に発光中心として少量の Mn や TbOF を添加した材料で構成される。発光層中の発光中心は最適濃度（硫化亜鉛 ZnS に対しマンガン Mn0.4 ~ 0.6 wt %）に維持して成膜され、次いで 550 °C 程度の高い温度で熱処理して発光層の結晶性の改善を行うとともに発光中心の分散性を高める。

【0005】 このような薄膜発光素子においては発光層 4 で発生した光は一つはガラス基板の方向に向かい一部は第一の絶縁層 3 を経由して透明電極 2、中間絶縁層 7、ガラス基板 1 を透過し、他は透明電極 2、中間絶縁層 7、ガラス基板 1 の界面で反射される。薄膜発光素子の視認性を高めるためには薄膜発光素子の上記界面での反射率を小さくして種々の入射角での透過率を大きくすることが必要である。

【0006】 図 9 は従来の薄膜発光素子につき中間絶縁層の屈折率を示す線図である。中間絶縁層の屈折率がガラス基板と透明電極の中間値に階段的に変化している。中間絶縁層の屈折率は透明電極の屈折率とガラス基板の

屈折率の積の平方根に等しい値であり、中間絶縁層の屈折率と中間絶縁層の膜厚の積である光学膜厚を発光の中心波長 λ の $1/4$ に設定することが行われた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上述の設定により反射率が低減してゼロになるのはガラス基板に対して発光層からの光が垂直に入射する（入射角がゼロ）場合であり、この場合には外部光の反射率も小さくなるので視認性の上での問題は小さい。これに対してガラス基板に対して発光層からの光が垂直に入射しない（入射角 >0 ）場合は発光層からの光の界面での反射率が大きくなる上に外部光の反射率も大きくなりこのために視認性が大きく低下するという問題があった。

【0008】この発明は上述の点に鑑みてなされその目的は、中間絶縁層の屈折率と光学膜厚を最適にして入射角がゼロでない場合における中間絶縁層の反射率を低減し、広い視野角における視認性に優れた薄膜発光素子を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的は第一の発明によれば、無機薄膜発光素子であって、（1）ガラス基板と、（2）中間絶縁層と、（3）透明電極と、（4）第一の絶縁層と、（5）発光層と、（6）第二の絶縁層と、（7）背面電極とを包含し、ガラス基板は素子の支持体で、ソーダガラスからなり、中間絶縁層はその屈折率がガラス基板の屈折率と透明電極の屈折率の中間の特定値をとり且つ中間絶縁層の屈折率と中間絶縁層の膜厚を乗じた光学膜厚が発光スペクトルの中心波長の 0.25 倍と 0.5 倍の中間にあり、透明電極と背面電極の間には電圧が印加され、発光層は無機質の発光物質からなり第一の絶縁層との界面および第二の絶縁層との界面から伝播する電子により励起して発光し、第一の絶縁層と第二の絶縁層は、無機質の絶縁物質からなり、ガラス基板上に順次中間絶縁層、透明電極、第一の絶縁層、発光層、第二の絶縁層、背面電極が積層されてなることにより達成される。

【0010】また第二の発明によれば無機薄膜発光素子であって、（1）ガラス基板と、（2）中間絶縁層と、（3）透明電極と、（4）第一の絶縁層と、（5）発光層と、（6）第二の絶縁層と、（7）背面電極とを包含し、ガラス基板は素子の支持体で、ソーダガラスからなり、中間絶縁層はその屈折率がガラス基板の屈折率と透明電極の屈折率の間に連続的に変化してなり、透明電極と背面電極の間には電圧が印加され、発光層は無機質の発光物質からなり第一の絶縁層との界面および第二の絶縁層との界面から伝播する電子により励起して発光し、第一の絶縁層と第二の絶縁層は、無機質の絶縁物質からなり、ガラス基板上に順次中間絶縁層、透明電極、第一の絶縁層、発光層、第二の絶縁層、背面電極が積層されてなることにより達成される。

【0011】

【作用】屈折率と光学膜厚を最適化すると干渉の位相差により光の反射率が広い視野角で小さくなる。

【0012】

【実施例】次にこの発明の実施例を図面に基づいて説明する。

実施例1

図1はこの発明の実施例に係る薄膜発光素子を示す斜視図である。図8に示す従来の薄膜発光素子と同一の部分は同一の符号を用いている。中間絶縁層7Aのみが従来の薄膜発光素子と異なる。

【0013】ガラス基板1の空気と接する表面の垂直反射率 R_0 は次式で与えられる。

【0014】

【数1】

$$R_0 = (n_1 - 1)^2 / (n_1 + 1)^2$$

【0015】ここで n_1 はガラス基板の屈折率である。ガラス基板にNA40（HOYA社製）を用いるとこのガラス基板の屈折率 n_1 は 1.573 であるから反射率 R_0 は 4.97% となる。入射角 60° における反射率 R_{60} は 20.1% である。これに対しソーダガラス（ $n_1 = 1.51$ ）を用いると、 R_0 は 0.41% となる。入射角 60° における反射率 R_{60} は 18% である。従って高視野角の薄膜発光素子としてはソーダガラスの方がわずかではあるが有利である。ガラス基板としてはソーダガラスを用いることにする。

【0016】透明電極の屈折率を n_0 、中間絶縁層の屈折率を n 、ガラス基板の屈折率を n_1 、中間絶縁層の膜厚を d 、光の入射角を θ 、発光中心波長を λ とするとときに反射率 R は次式で表される。

【0017】

【数2】

$$R = |r_1 + r_2 \exp(-2i\delta)|^2 \quad (1)$$

【0018】ここに r_1 と r_2 と δ はそれぞれ次式で表される。

【0019】

【数3】

$$r_1 = (n_0 - n) / (n_0 + n) \quad (2)$$

$$r_2 = (n - n_1) / (n + n_1) \quad (3)$$

$$\delta = 2 \cdot n \cdot d \cdot \cos \theta / \lambda \quad (4)$$

【0020】 $n_0 = 2.00$ 、 $n_1 = 2.51$ 、 $n = 1.74$ として式（2）、（3）、（4）を式（1）に代入し、光学膜厚 nd をパラメータとして入射角と反射係数の関係を光の位相差により算出した結果が表1に示される。

【0021】

【表1】

光学膜厚nd(nm)		72.5	100	145	205	290
入射角 θ (度)	0	0.707	0.468	0	0.5	1
	30	0.779	0.592	0.209	0.345	0.913
	45	0.850	0.721	0.444	0	0.605
	60	0.924	0.857	0.707	0.444	0
	90	~1	~1	~1	~1	~1

【0022】この反射係数の計算は発光中心波長 λ を580nmとし中間絶縁層が存在しないときの反射率を1として基準化したものである。表1より光学膜厚が145nmと290nmの間にあるときは、中間絶縁層の反射率が広い視野角にわたって低減されることがわかる。これは中心波長に対して0.25倍と0.50倍の中間にあたる。

【0023】上述の結果はZnS:Tb、ZnS:Sm、ZnS:Tmの発光中心波長である540nm、650nm、470nm等の波長に対しても同様にあてはまる。図2は光学膜厚ndをパラメータとして反射係数の入射角依存性を示す線図である。光学膜厚は(1)72.5nm、(2)100nm、(3)145nm、(4)205nm、(5)290nmの五種類である。

【0024】光学膜厚が205nmの場合に広い視野角で反射率が小さくなることがわかる。この発明の実施例に係る薄膜発光素子は以下の方法で調製される。図3はこの発明の実施例に係る薄膜発光素子の製造に用いられる高周波スパッタリング装置を示す配置図である。チャンバ5内には高周波(RF)電源13とターゲット12とソーダガラス基板11とガス導入管14が配置される。ガス導入管14にはスパッタガスであるアルゴンガスと酸素ガスと窒素ガスを所定の割合で流した。ターゲットはサイアロンSiALONを用いた。

【0025】スパッタガスとしてアルゴンガス、酸素ガス、窒素ガスの混合ガスを10:0.1:0.05の割合で流しながら高周波電圧を印加し、サイアロンSiALONターゲットをスパッタしてソーダガラス基板11の上に屈折率1.73のサイアロンからなる中間絶縁層7Aを形成した。光学膜厚は(1)72.5nm、(2)100nm、(3)145nm、(4)205nm、(5)290nm、(6)400nmの六種類である。

【0026】中間絶縁層7Aの上にITOターゲット(酸

化スズSnO₂10重量%の酸化インジウム)を用い透明電極2を200nm厚さに形成した。透明電極の屈折率は約2である。透明電極の上にスパッタリングの方法により第一の絶縁層として酸化アルミニウムAl₂O₃と酸化タンタルTa₂O₅を合計で350nmの厚さに成膜した。

【0027】引き続きMOCVD法によりZnS:Mn発光層を700nmの厚さに成膜した。さらに第一の絶縁層と同一の材料により第二の絶縁層をスパッタリングの方法で形成した。得られた薄膜発光素子の垂直方向の発光輝度は60Hz駆動でピクセル輝度350cd/m²であった。発光輝度が高いため上記(1)ないし(6)の薄膜発光素子については正面からみた場合(入射角がゼロ)の視認性に殆ど差が認められない。

【0028】これに対し、入射角がゼロより大きい場合は室内光のガラス基板での反射が観測される。特に入射角が30度以上の場合は室内光による反射が顕著になる。光学膜厚が145nmと290nmの中間の場合に広い視野角で良好な視認性があり、特に光学膜厚が205nmの場合に良好な結果が得られ理論計算との一致が確認された。

【0029】上記光学膜厚が205nmの場合には入射角45度近傍で発光層からの放射光の反射率が最小になるが、室内光の入射角も45度近傍で最小にすることができる。そのためにガラス基板に中間絶縁層と対称に外部絶縁層を設けることができる。外部絶縁層の屈折率はガラス基板の屈折率と空気の屈折率の中間値とし、膜厚を適当に選定して外部絶縁層の光学膜厚が205nmとなるようにする。

【0030】中間絶縁層の光学膜厚は薄膜発光素子の要求品質により決定することができる。例えばパソコン等のように要求される視野角が比較的小さい場合は光学膜厚は比較的小さい値を採用すればよい。これに対し、FA機器等のように要求される視野角が比較的大きい場合は光学膜厚は比較的大きな値を採用すればよい。また上述の中間絶縁層においてはサイアロンを用いているがこれに替えて酸化アルミニウムAl₂O₃等の屈折率が1.74に近い絶縁物であれば屈折率の多少の差は許容される。

実施例2

図6はこの発明の異なる実施例に係る薄膜発光素子の中間絶縁層につき屈折率の酸素ガス比依存性を示す線図である。

【0031】アルゴンガスは10、窒素ガスは0.05に固定し、酸素ガスのみ0から0.3の範囲に変化させた[(10:0:0.05)ないし(10:0.3:0.05)]。屈折率が透明電極であるITOの2.00からガラス基板の1.51に連続的に変化していることがわかる。図4はこの発明の異なる実施例に係る薄膜発光素子につき中間絶縁層の屈折率の一例を示す線図である。

【0032】中間絶縁層の屈折率は透明電極ITOの屈折率からガラス基板の屈折率に連続的に変化している。図5はこの発明の異なる実施例に係る薄膜発光素子につき反射率の平均光学膜厚（平均の屈折率と膜厚の積）依存性を示す線図である。屈折率を連続的に変化するときには平均光学膜厚が中心波長の $1/4$ 以上において反射率が小さくなることがわかる。平均光学膜厚が大きい程効果が大きい。屈折率の変化は直線的であることが最も望ましい。

【0033】図7はこの発明の異なる実施例に係る薄膜発光素子の中間絶縁層につき分光透過率の波長依存性を示す線図である。アルゴンガスと酸素ガスと窒素ガスのスパッタガス混合比を種々に変化させた。（a）10：0.005：0、（b）10：0：0.02、（c）10：0：0.1、（d）10：0.2：0.05、（e）10：0：0.05スパッタガス混合比が（d）と（e）の場合に分光透過率特性がフラットであることがわかる。このスパッタガス混合比は中間絶縁層の反射率を透明電極であるITOの2.00からガラス基板の1.51に連続的に変化させる範囲内にある。スパッタガス混合比が（a）と（b）と（c）の場合は短波長において分光透過率特性が低下するので光の透過性が悪くなる。

【0034】サイアロンを用いて屈折率を連続的に変化させた上記の中間絶縁層は、二次イオン質量分析法で測定した結果、ガラス基板であるソーダガラスに対するアルカリ拡散阻止効果に優れ、酸化アルミニウム Al_2O_3 や酸化シリコン SiO_2 よりもアルカリ拡散阻止効果が大きいこともわかった。中間絶縁層の屈折率を連続的に変化させる場合は前述のように光学膜厚は発光スペクトルの中心波長の $1/4$ 以上であれば反射率を低減できるので光学膜厚を大きくしておけば中心波長の値の如何に係わらず反射率を小さくすることができるという効果も得られるのでカラー薄膜発光素子の場合に有効に適用することができる。

【0035】

【発明の効果】第一の発明によれば中間絶縁層はその屈折率がガラス基板の屈折率と透明電極の屈折率の中間の特定値をとり且つ中間絶縁層の屈折率と中間絶縁層の膜厚を乗じた光学膜厚が発光スペクトルの中心波長の0.25倍と0.5倍の中間にあり、また第二の発明によれば中間絶縁層はその屈折率がガラス基板の屈折率と透明電極の屈折率の間に連続的に変化し、且つ平均の光学膜

厚が発光スペクトルの中心波長の0.25倍以上であるので、広い視野角において視認性に優れる薄膜発光素子が得られる。

【0036】また高周波スパッタリング法によりアルゴンガスと酸素ガスと窒素ガスを用い、サイアロンをスパッタするので連続的に屈折率の変化する中間絶縁層が得られ視認性に優れる有機薄膜発光素子が得られる。さらにアルゴンガスと酸素ガスと窒素ガスを所定比にしてスパッタするので分光透過率とナトリウム拡散防止性にも優れる有機薄膜発光素子が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例に係る薄膜発光素子を示す斜視図

【図2】光学膜厚 nd をパラメータとして反射係数の入射角依存性を示す線図

【図3】この発明の実施例に係る薄膜発光素子の製造に用いられる高周波スパッタリング装置を示す配置図

【図4】この発明の異なる実施例に係る薄膜発光素子につき中間絶縁層の屈折率の一例を示す線図

【図5】この発明の異なる実施例に係る薄膜発光素子につき反射率の平均光学膜厚（平均の屈折率と膜厚の積）依存性を示す線図

【図6】この発明の異なる実施例に係る薄膜発光素子の中間絶縁層につき反射率の酸素ガス比依存性を示す線図

【図7】この発明の異なる実施例に係る薄膜発光素子の中間絶縁層につき分光透過率の波長依存性を示す線図

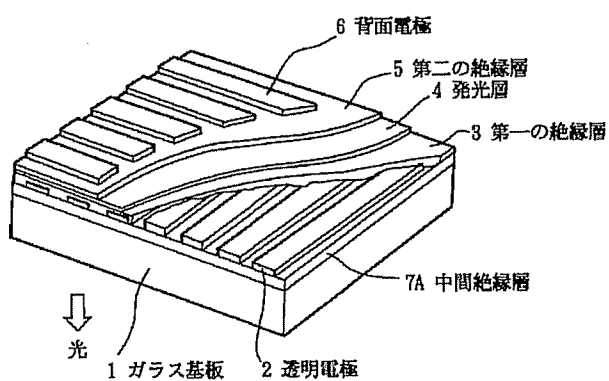
【図8】従来の二重絶縁型の薄膜発光素子を示す斜視図

【図9】従来の薄膜発光素子につき中間絶縁層の屈折率を示す線図

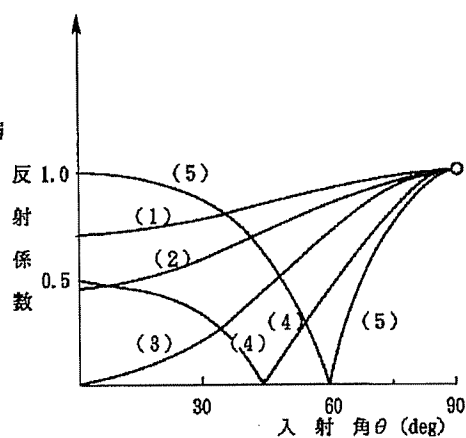
【符号の説明】

- 1 ガラス基板
- 2 透明電極
- 3 第一の絶縁層
- 4 発光層
- 5 第二の絶縁層
- 6 背面電極
- 7 中間絶縁層
- 7A 中間絶縁層
- 11 ソーダガラス基板
- 12 ターゲット
- 13 RF電源
- 14 ガス導入管
- 15 チャンバ

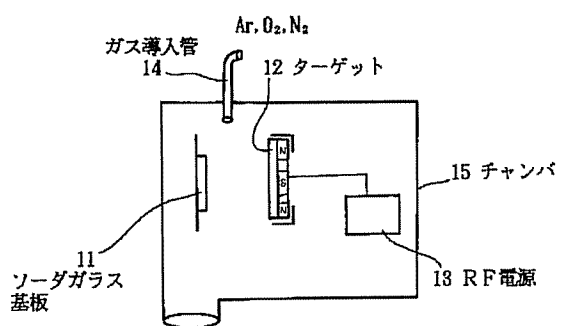
【図1】



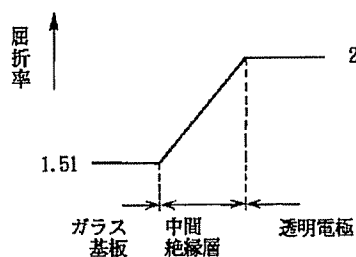
【図2】



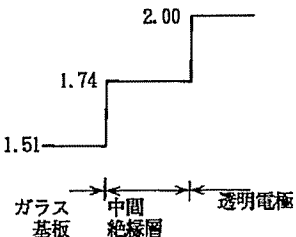
【図3】



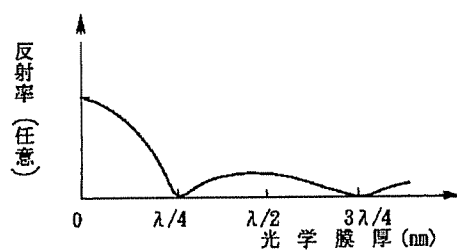
【図4】



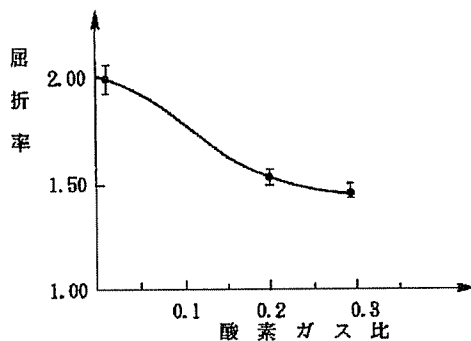
【図9】



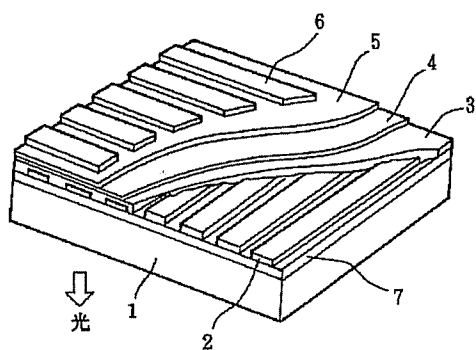
【図5】



【図6】



【図8】



【図 7】

